

PAT-NO: JP407046187A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 07046187 A
TITLE: OPTICAL COMMUNICATION SYSTEM

PUBN-DATE: February 14, 1995

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
YONENAGA, KAZUSHIGE	
TAKACHIO, NOBORU	

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
NIPPON TELEGR & TELEPH CORP	N/A

APPL-NO: JP05185333

APPL-DATE: July 27, 1993

INT-CL H04 B 010/152, H04 B 010/142, H04 B 010/04, H04 B 010/06, H04 J 014/00, H04 J 014/04, H04 J
(IPC): 014/06, H04 J 001/00

ABSTRACT:

PURPOSE: To increase transmission capacity without increasing the number of beams of carrier wave light by transmitting different kinds of data on an upper sideband and a lower sideband for one beam of carrier wave light.

CONSTITUTION: In an optical communication system by which coherent carrier wave light is transmitted by modulating, an optical demultiplexer 12 as a light branching means which tiplxes the carrier wave light into two beams of light, and light modulators 13, 14 as two light modulation means which modulate two demultiplexed beams of carrier wave light by independent signals, respectively are provided at an optical transmitter 1. Also, an optical filter 15 which samples the upper sideband from the output of the light modulator 13, and an optical filter 16 which samples the lower sideband from the output of the light modulator 14 are provided, and an optical multiplexer 17 as an optical multiplexing means which multiplexes the output of the optical filters 15, 16 is provided. An optical filter 33 which separates received signal light into the upper sideband and the lower sideband, and photodetectors 34, 35 which detect separated upper and lower sidebands, respectively are provided at an optical receiver 3. In this way, it is possible to double the transmission capacity per one carrier wave.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-46187

(43) 公開日 平成7年(1995)2月14日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 4 B 10/152

10/142

10/04

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

9372-5K

H 0 4 B 9/ 00

L

9372-5K

F

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平5-185333

(22) 出願日 平成5年(1993)7月27日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号

(72) 発明者 米永 一茂

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72) 発明者 高知尾 昇

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(74) 代理人 弁理士 井出 直孝 (外1名)

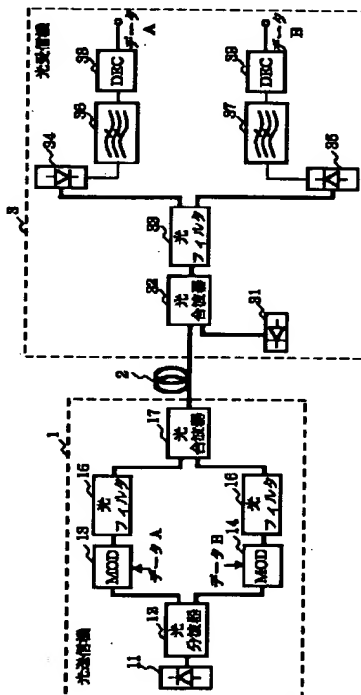
(54) 【発明の名称】 光通信方式

(57) 【要約】

【目的】 搬送波光の数を増やすことなく伝送容量を増やす。

【構成】 ひとつの搬送波光に対して上側波帯と下側波帯とで異なるデータを伝送する。

【効果】 ひとつの搬送波光あたりの伝送容量を2倍にできる。さらに、受信側で分離して単側波帯信号として検波することにより、光ファイバの波長分散を容易に補償できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 コヒーレントな搬送波光を変調して伝送する光通信方式において、ひとつの搬送波光に対して上側波帯と下側波帯とで異なるデータを伝送することを特徴とする光通信方式。

【請求項2】 コヒーレントな搬送波光を変調して送信する光送信機と、この光送信機からの光信号を受信して復調する光受信機とを備えた光通信方式において、上記光送信機は、

搬送波光を二つに分岐する光分岐手段と、

分岐された二つの搬送波光をそれぞれ独立の信号で変調する二つの光変調手段と、

この二つの光変調手段の一方の出力から上側波帯を抽出する第一のフィルタ手段と、

上記二つの光変調手段の他方の出力から下側波帯を抽出する第二のフィルタ手段と、

上記第一および上記第二のフィルタ手段の出力を合波する光合波手段とを含むことを特徴とする光通信方式。

【請求項3】 上記光受信機は、受信した信号光を上側波帯と下側波帯とに分離する光分離手段と、分離された上側波帯と下側波帯とを各々検波する検波手段とを含む請求項1記載の光通信方式。

【請求項4】 上記光受信機は上記光送信機との間に設けられた光伝送路の波長分散を上記検波手段の出力において等化する等化手段を含む請求項3記載の光通信方式。

【請求項5】 請求項2ないし4のいずれか記載の光通信方式における光送信機および光受信機を複数組備え、これらの光送信機および光受信機にはその組ごとに異なる搬送波周波数が割り当てられ、それぞれの組の光送信機と光受信機とが共通の光ファイバにより接続されたことを特徴とする光周波数分割多重通信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は光多重通信に利用する。特に、高密度の多重化ができ、しかも受信側で光ファイバの波長分散を容易に補償することのできる光通信方式に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、ベースバンド信号により振幅変調された信号スペクトルは、ベースバンド信号の2倍の帯域を占有する。この信号スペクトルは搬送波を中心にして上側波帯と下側波帯とを含み、そのどちらもが源信号の完全な情報を含んでいる。上側波帯と下側波帯との双方のスペクトル成分を伝送する方式は両側波帯(DSB、Double Sideband)伝送と呼ばれ、一方のスペクトル成分のみを伝送する方式は単側波帯(SSB、Single Sideband)伝送と呼ばれる。SSB信号に必要な帯域幅はDSB信号の半分である。また、SSB信号はマルチパスによる選択性フェージングの影響を受けにくいという

特長をもつ。このような利点により、単側波帯伝送方式は無線通信、特にアマチュア無線などの音声の伝送に広く利用されている。

【0003】光ファイバ通信においては、単側波帯伝送を行うことにより信号波形を歪ませる光ファイバの波長分散を受信側で容易に補償できることが、逸見、特開平5-3456号公報に示されている。ホモダイン検波その他のベースバンド検波では、両側波帯信号が検波されるときに上下側波帯がベースバンドに折り返される。光ファイバの波長分散を受けた信号は、ベースバンドに折り返されたときに、上側波帯と下側波帯とでその影響が異なる。このため、波長分散の影響を補償することは困難である。しかし、単側波帯信号では、検波のときのスペクトルの折り返しがないため、線形な等化器を用いて分散補償が可能となる。

【0004】また、光周波数多重通信方式においては、光増幅器の帯域その他により、使用可能な周波数帯域が制限される。制限された周波数帯域内で伝送容量を増やすためには周波数利用効率を上げなければならず、そのためには単側波帯伝送を用いることが有効であると考えられる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】このように、両側波帯信号は単側波帯信号に比べて伝送帯域が2倍必要であるため周波数の利用効率が悪く、また受信側で検波後に光ファイバの波長分散を補償することが困難である。これに対し、単側波帯信号は、周波数利用効率が良く、受信側で検波後に光ファイバの波長分散を補償することが容易である。

【0006】しかし、従来はひとつの搬送波で1チャンネルしか伝送できず、複数の搬送波を用いた光周波数多重伝送を考えた場合に、高密度の多重化は可能となるが、それだけ多くの搬送波発生手段(例えばレーザダイオード)が必要となってしまう。

【0007】本発明は、このような課題を解決し、搬送波の数を増やすことなく伝送容量を増やすことのできる光通信方式を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の光通信方式は、ひとつの搬送波光に対して上側波帯と下側波帯とで異なるデータを伝送することを特徴とする。

【0009】具体的には、光送信機に、搬送波光を二つに分岐する光分岐手段と、分岐された二つの搬送波光をそれぞれ独立の信号で変調する二つの光変調手段と、この二つの光変調手段の一方の出力から上側波帯を抽出する第一のフィルタ手段と、二つの光変調手段の他方の出力から下側波帯を抽出する第二のフィルタ手段と、第一および上記第二のフィルタ手段の出力を合波する光合波手段とを備えたことを特徴とする。また、光受信機には、受信した信号光を上側波帯と下側波帯とに分離する

光分離手段と、分離された上側波帯と下側波帯とを各々検波する検波手段とを備えることがよい。光受信機にはさらに、光送信機との間に設けられた光伝送路、特に光ファイバの波長分散を検波手段の出力、すなわち電気領域において等化する等化手段を含むことが望ましい。

【0010】この光通信方式を利用して光周波数分割多重通信装置を実現できる。すなわち、上述した光送信機および光受信機を複数組備え、これらの光送信機および光受信機にはその組ごとに異なる搬送波周波数を割り当て、それぞれの組の光送信機と光受信機とを共通の光ファイバにより接続する。

【0011】

【作用】ひとつの搬送波に対して上側波帯と下側波帯とで異なるデータを伝送することにより、ひとつの搬送波あたりの伝送容量を2倍にできる。さらに、受信側で分離して単側波帯信号として検波することにより、光ファイバの波長分散を容易に補償できる。

【0012】

【実施例】図1は本発明第一実施例の光通信装置を示すブロック構成図であり、図2ないし図5はその動作を説明する図である。

【0013】この実施例装置は、コヒーレントな搬送波光を変調して送信する光送信機1と、光伝送路としての光ファイバ2と、光送信機1からの光信号を受信して復調する光受信機3とを備える。光送信機1には、コヒーレントな搬送波光を生成するレーザダイオード11を備える。

【0014】ここで本実施例の特徴とするところは、光*

$$a(t) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n \cos(n\omega_0 t) + \sum_{n=0}^{\infty} a'_n \sin(n\omega_0 t) \quad (1)$$

$$b(t) = \sum_{n=0}^{\infty} b_n \cos(n\omega_0 t) + \sum_{n=0}^{\infty} b'_n \sin(n\omega_0 t) \quad (2)$$

このとき、変調された光電界 $E_a(t)$ 、 $E_b(t)$ は次式で表される。

※【0018】

※【数2】

$$E_a(t) = \frac{1}{2} \left[\sum_{n=0}^{\infty} a_n \cos(\omega t + n\omega_0 t) + \sum_{n=0}^{\infty} a'_n \sin(\omega t + n\omega_0 t) \right] + \frac{1}{2} \left[\sum_{n=0}^{\infty} a_n \cos(\omega t - n\omega_0 t) - \sum_{n=0}^{\infty} a'_n \sin(\omega t - n\omega_0 t) \right] \quad (3)$$

$$E_b(t) = \frac{1}{2} \left[\sum_{n=0}^{\infty} b_n \cos(\omega t + n\omega_0 t) + \sum_{n=0}^{\infty} b'_n \sin(\omega t + n\omega_0 t) \right] + \frac{1}{2} \left[\sum_{n=0}^{\infty} b_n \cos(\omega t - n\omega_0 t) - \sum_{n=0}^{\infty} b'_n \sin(\omega t - n\omega_0 t) \right] \quad (4)$$

ただし、 ω_0 は基本各周波数である。光フィルタ15は★50★データAによって変調された光信号の上側波帯のみを抽

*送信機1に、搬送波光を二つに分岐する光分岐手段として光分波器12を備え、分岐された二つの搬送波光をそれぞれ独立の信号で変調する二つの光変調手段として光変調器13、14を備え、光変調器13の出力から上側波帯を抽出する第一のフィルタ手段として光フィルタ15を備え、光変調器14の出力から下側波帯を抽出する第二のフィルタ手段として光フィルタ16を備え、光フィルタ15、16の出力を合波する光合波手段として光合波器17を備えたことにある。光受信機3には、受信した信号光を上側波帯と下側波帯とに分岐する光分離手段として光フィルタ33を備え、分離された上側波帯と下側波帯とを各々検波する検波手段として光検波器34、35を備える。

【0015】光検波器34の出力は低域通過フィルタ36を介して識別器38に入力され、受信データが識別される。光検波器35の出力は低域通過フィルタ37を介して識別器39に入力され、受信データが識別される。光受信機3にはまた、光ファイバ2からの信号光をホモダイン検波するため、光フィルタ33の前段に、レーザダイオード31および光合波器32を備える。

【0016】レーザダイオード11はコヒーレントな搬送波光を生成し、この搬送波光は光分波器12により二つに分岐される。この二つに分岐された搬送波光は、光変調器13、14において、各々データA、Bにより振幅変調される。データA、Bの二つの信号 $a(t)$ 、 $b(t)$ を次の式で表す。

【0017】

【数1】

出し、光フィルタ16はデータBによって変調された光信号の下側波帯のみを抽出する。ここで理想的な光フィルタを仮定すると、単側波帯信号は、光電界 $E_a(t)$ 、 $E_b(t)$ に対してそれぞれ次式のような*

＊
【0019】
【数3】

$$[E_a(t)]_{USB} = \frac{1}{2} \left[\sum_{n=0}^{\infty} a_n \cos(\omega t + n\omega_0 t) + \sum_{n=0}^{\infty} a'_n \sin(\omega t + n\omega_0 t) \right] \quad (5)$$

$$[E_b(t)]_{LSB} = \frac{1}{2} \left[\sum_{n=0}^{\infty} b_n \cos(\omega t - n\omega_0 t) - \sum_{n=0}^{\infty} b'_n \sin(\omega t - n\omega_0 t) \right] \quad (6)$$

ここで、USBは上側波帯を表し、LSBは下側波帯を表す。このようすを図2、図3に表す。この二つの単側波帯信号を光合波器17により合波する。これにより、*

※次式で表される信号光が得られる。
【0020】
【数4】

$$E(t) = \frac{1}{2} \left[\sum_{n=0}^{\infty} a_n \cos(\omega t + n\omega_0 t) + \sum_{n=0}^{\infty} a'_n \sin(\omega t + n\omega_0 t) \right] + \frac{1}{2} \left[\sum_{n=0}^{\infty} b_n \cos(\omega t - n\omega_0 t) - \sum_{n=0}^{\infty} b'_n \sin(\omega t - n\omega_0 t) \right] \quad (7)$$

すなわち、ひとつの搬送波に二つの単側波帯信号が重畳された信号光が得られる。図4にこのようすを周波数軸上で表す。この二つの単側波帯信号が多重化された両側波帯信号が送信信号として送信される。以下、この信号を二重単側波帯信号という。

【0021】光受信機3では、ホモダイン検波を行うために、レーザダイオード31により局部発振光を発生し、光合波器32によりこの局部発振光を受信信号光に合波する。この合波光を光フィルタ33により上側波帯と下側波帯とに分離する。これを図5に示す。分離された上側波帯については、光検波器34、低域通過フィルタ36および識別器38により検波および復調する。また、下側波帯については、光検波器35、低域通過フィルタ37および識別器39により同様に検波および復調する。

【0022】本実施例では光フィルタ33が局部発振光を透過するものとしたが、局部発振光を透過しないものを用いる場合には、光フィルタ33の前段ではなく光検波器34、35の直前で局部発振光を合波してホモダイン検波を行えばよい。また、光検波器34、35と低域通過フィルタ36、37との間に帯域通過フィルタと遅延検波回路その他の中間周波数検波回路とを挿入することにより、ヘテロダイン検波を行うことができる。

【0023】図6は本発明の第二実施例を示すブロック構成図であり、光受信機の構成を示す。光受信機以外の構成は図1に示した第一実施例と同等である。この実施例は、光検波器34、35の後段にそれぞれ光ファイバ2の波長分散を補償する遅延等化器310、311が挿入されたことが第一実施例と異なる。通常、光ホモダイン検波では、光周波数帯における上下側波帯成分がベ-

★スバンドに折り返されて重なるために、ベースバンドでの波長分散の補償が困難である。しかし、本発明は単側波帯信号を用いているため、ホモダイン検波の際の上下側波帯の折り返しがなく、ベースバンドでの分散補償を容易に行うことができる。

【0024】図7は光ファイバの波長分散の影響を受けた二重単側波帯信号が受信側で分離されるようすを周波数軸上で示したものであり、図8は光フィルタによって分離された上下側波帯信号がホモダイン検波された後にベースバンドで分散補償されるようすを周波数軸上で示したものである。これらの図において、破線は光ファイバの波長分散による相対遅延時間差、実線はそれを補償する等化器の相対遅延時間差を示す。

【0025】この実施例の場合にも第一実施例と同様に、局部発振光を合波する位置を変更してもよく、ヘテロダイン検波を用いてもよい。

【0026】図9は本発明の利用例を示すブロック構成図であり、図10はその伝送信号スペクトルを示す。この利用例は、第一実施例または第二実施例の光通信装置を複数備え、これらの光通信装置にはそれぞれ異なる搬送波周波数 $f_1 \sim f_N$ が割り当てられ、これらの光通信装置のそれぞれの光送信機1-1~1-Nと光受信機3-1~3-Nとが共通の光ファイバ2により接続される。光送信機1-1~1-Nはそれぞれ図1に示した光送信機1と同等であるが、互いに異なる搬送波周波数 $f_1 \sim f_N$ が割り当てられる。光送信機1-1~1-Nの出力した二重単側波帯信号は光合波器4により合波され、1本の光ファイバ2に入力される。このとき周波数軸上では、図10に示すように、二重単側波帯信号がNチャンネル並び、全部で2Nチャンネルの信号が伝送され

る。受信側では、光分波器5により各搬送波ごとに分波し、図1または図6に示したと同等の光受信機3-1〜3-Nで受信する。

【0027】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の光通信方式は、ひとつの搬送波で2チャンネルの信号を送送できる効果がある。また、光ファイバの波長分散をベースバンドで容易に補償することができる効果がある。さらに、光周波数分割多重通信に利用することにより、従来と同じ搬送波周波数間隔および同じ伝送帯域で2倍の伝送容量を得ることができる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明第一実施例の光通信装置を示すブロック構成図。

【図2】第一実施例における上側波帯信号の発生を説明する図。

【図3】第一実施例における下側波帯信号の発生を説明する図。

【図4】第一実施例における二つの単側波帯信号の合波を説明する図。

【図5】第一実施例における二つの単側波帯信号の分離

を説明する図。

【図6】本発明第二実施例の光受信機を示すブロック構成図。

【図7】光ファイバの波長分散を受けた二つの単側波帯信号の分離を説明する図。

【図8】光ファイバの波長分散の補償を説明する図。

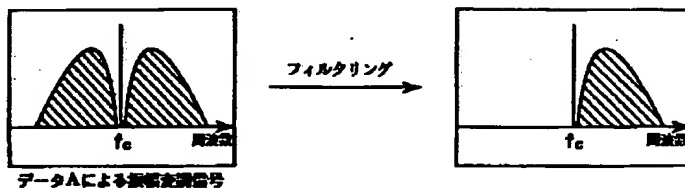
【図9】本発明の利用例を示すブロック構成図。

【図10】周波数多重された信号スペクトルを示す図。

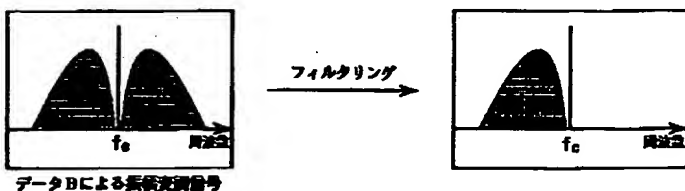
【符号の説明】

- 1、1-1〜1-N 光送信機
- 2 光ファイバ
- 3、3-1〜3-N 光受信機
- 4、17、32 光合波器
- 5、12 光分波器
- 11、31 レーザダイオード
- 13、14 光変調器
- 15、16、33 光フィルタ
- 34、35 光検波器
- 36、37 低域通過フィルタ
- 38、39 識別器
- 310、311 遅延等化器

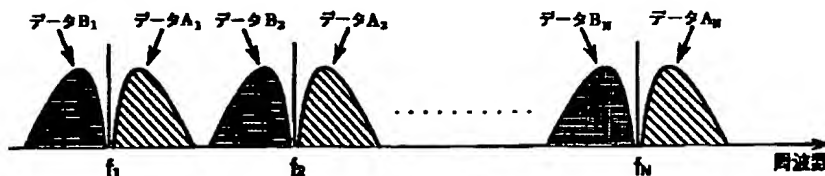
【図2】



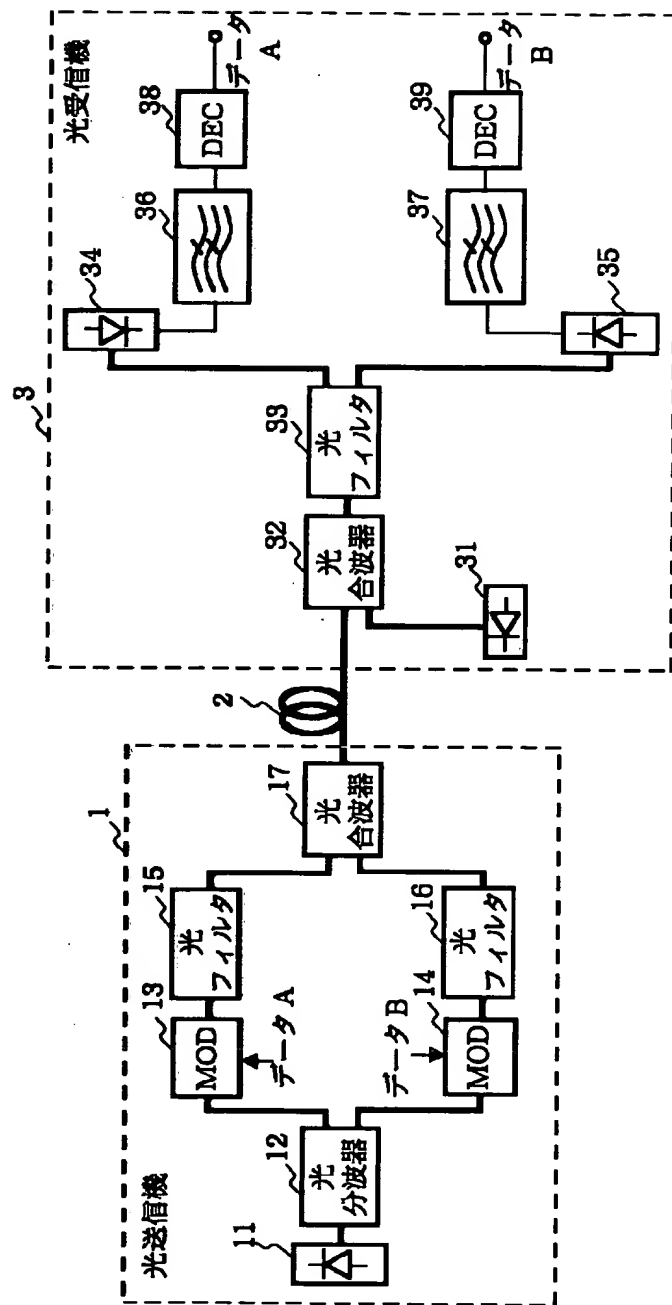
【図3】



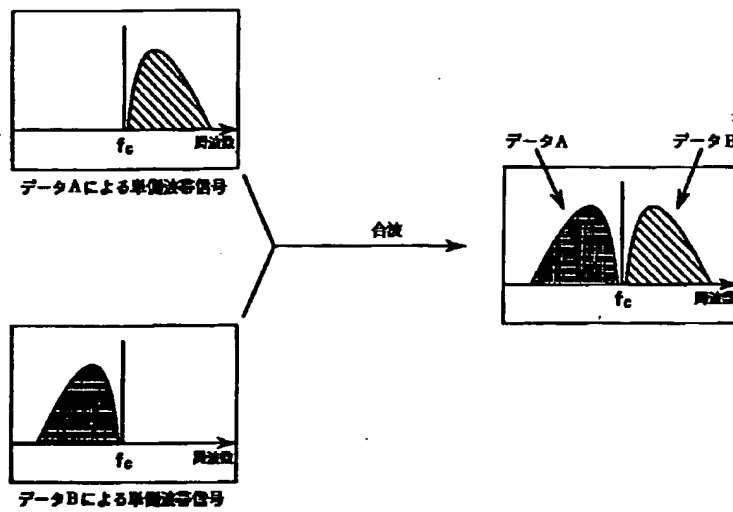
【図10】



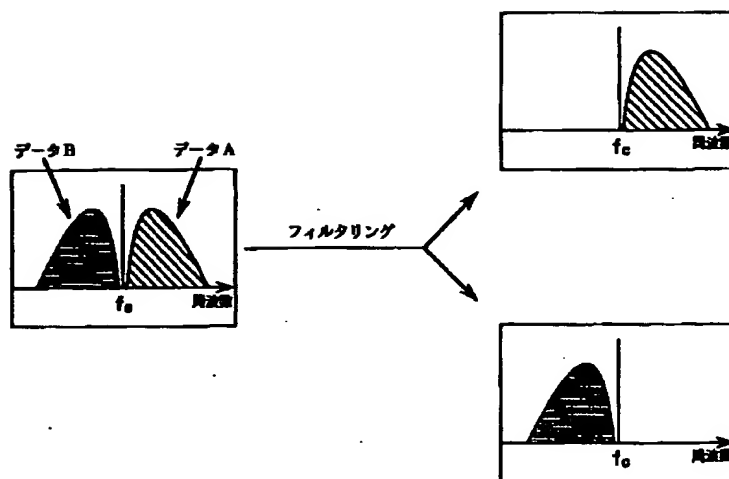
【図1】



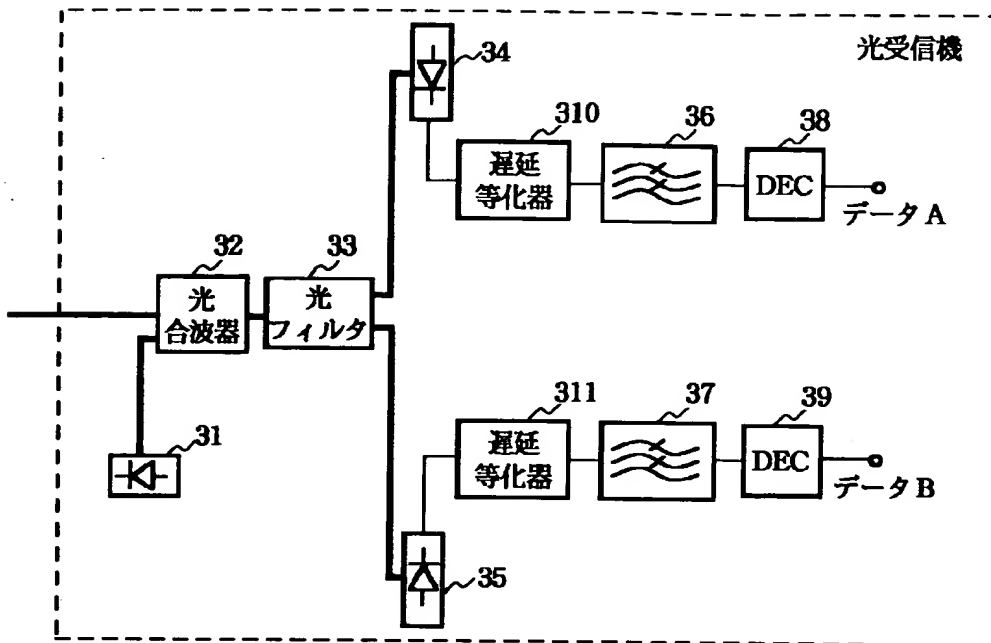
【図4】



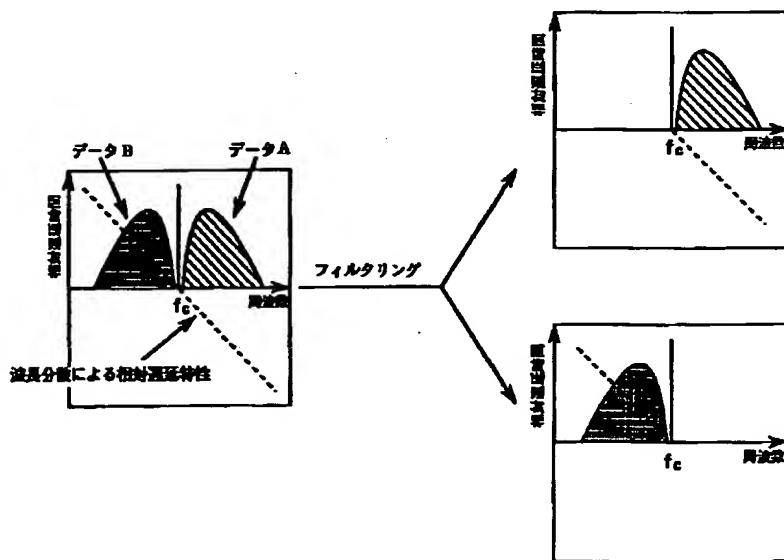
【図5】



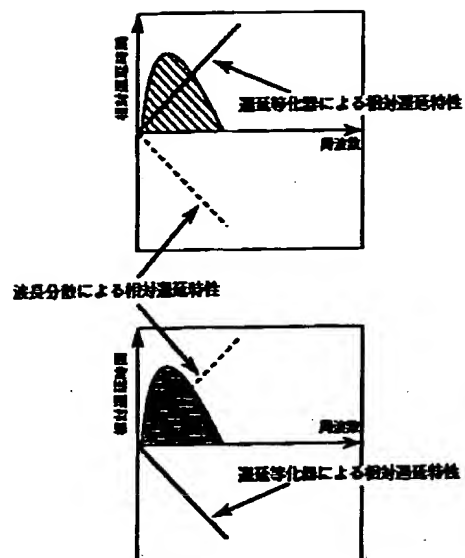
【図6】



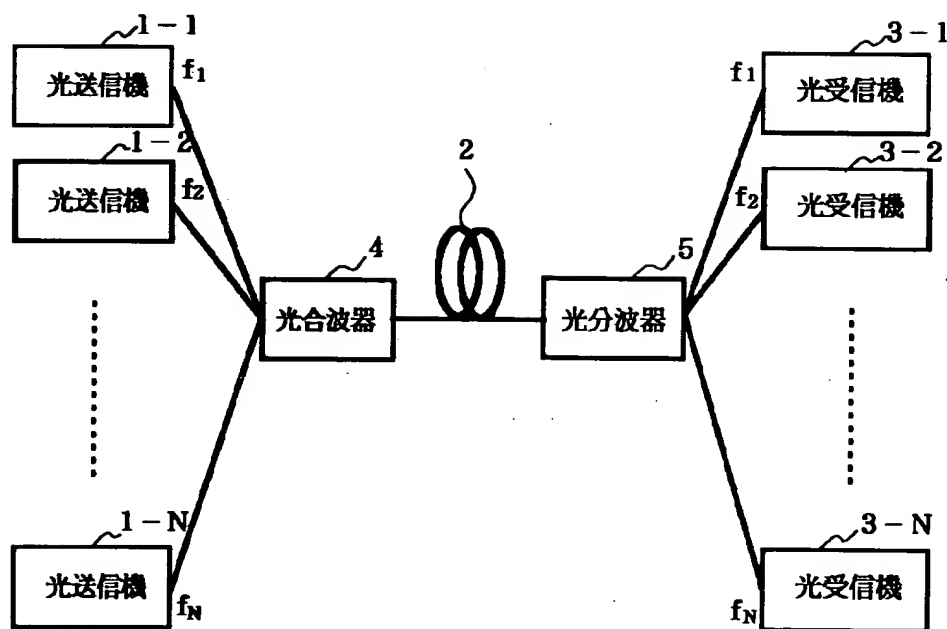
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁶

H04B 10/06

H04J 14/00

14/04

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

(10)

特開平7-46187

14/06

1/00